

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J11046 U.S. PTO
09/902949
07/11/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2000年 7月21日

出 願 番 号

Application Number: 特願2000-220867

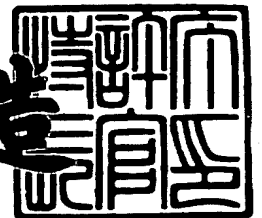
出 願 人

Applicant(s): 株式会社村田製作所

2001年 5月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3047615

【書類名】 特許願

【整理番号】 DP000137

【提出日】 平成12年 7月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C04B 35/49

H01B 3/12

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 森 直哉

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 杉本 安隆

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 近川 修

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100086597

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮▼崎▲ 主税

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004776

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 絶縁体磁器、セラミック多層基板、セラミック電子部品及び積層セラミック電子部品

【特許請求の範囲】

【請求項1】 $MgAl_2O_4$ 系セラミックスとホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器であって、主たる結晶相として、 $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相の少なくとも1種とが析出していることを特徴とする、絶縁体磁器。

【請求項2】 $MgAl_2O_4$ セラミックスとホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器であって、主たる結晶相として、 $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相の少なくとも1種類が析出していることを特徴とする、絶縁体磁器。

【請求項3】 前記ホウ珪酸系ガラスが、酸化ホウ素、酸化ケイ素及び酸化マグネシウムを含む、請求項1または2に記載の絶縁体磁器。

【請求項4】 前記ホウ珪酸系ガラスが、酸化ホウ素を B_2O_3 換算で8～60重量%、酸化ケイ素を SiO_2 換算で10～50重量%及び酸化マグネシウムを MgO 換算で10～55重量%含む、請求項3に記載の絶縁体磁器。

【請求項5】 前記ホウ珪酸系ガラスが、酸化物換算で20重量%以下の割合でアルカリ金属酸化物をさらに含む、請求項1～4のいずれかに記載の絶縁体磁器。

【請求項6】 前記ホウ珪酸系ガラスが、20重量%以下の割合で酸化アルミニウムをさらに含む、請求項1～5のいずれかに記載の絶縁体磁器。

【請求項7】 前記ホウ珪酸系ガラスが、30重量%以下の割合で酸化亜鉛をさらに含む、請求項1～6のいずれかに記載の絶縁体磁器。

【請求項8】 前記ホウ珪酸系ガラスが、10重量%以下の割合で酸化銅をさらに含む、請求項1～7のいずれかに記載の絶縁体磁器。

【請求項9】 前記 $MgAl_2O_4$ 系セラミックスと前記ホウ珪酸系ガラスとが、重量比で20：80～80：20の割合で配合されている、請求項1～8のいずれかに記載の絶縁体磁器。

【請求項 1 0】 5～80 重量%の $MgAl_2O_4$ 結晶相、5～70 重量%の $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び／または $Mg_2B_2O_5$ 結晶相がそれぞれ析出されている、請求項 1 及び 3～9 のいずれかに記載の絶縁体磁器。

【請求項 1 1】 前記焼結体が、 $MgAl_2O_4$ 結晶相 5～80 重量%と、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相の少なくとも 1 種とを析出量の和が 5～70 重量%となるように析出している、請求項 2～9 のいずれかに記載の絶縁体磁器。

【請求項 1 2】 請求項 1～11 のいずれかに記載の絶縁体磁器からなる絶縁性セラミック層を含むセラミック板と、

前記セラミック板の絶縁性セラミック層内に形成された複数の内部電極とを備えることを特徴とする、セラミック多層基板。

【請求項 1 3】 前記絶縁性セラミック層の少なくとも片面に、該絶縁性セラミック層よりも誘電率が高い第 2 のセラミック層が積層されている、請求項 1 2 に記載のセラミック多層基板。

【請求項 1 4】 前記複数の内部電極が、前記絶縁性セラミック層の少なくとも一部を介して積層されて積層コンデンサが構成されている、請求項 1 2 または 1 3 に記載のセラミック多層基板。

【請求項 1 5】 複数の内部電極が、前記絶縁性セラミック層の少なくとも一部を介して積層されてコンデンサを構成しているコンデンサ用内部電極と、互いに接続されて積層インダクタを構成しているコイル導体とを備える、請求項 1 3 または 1 4 に記載のセラミック多層基板。

【請求項 1 6】 請求項 1 3～15 のいずれかに記載のセラミック多層基板と、

前記セラミック多層基板上に実装されており、前記複数の内部電極と共に回路を構成している少なくとも 1 つの電子部品素子とを備えることを特徴とする、セラミック電子部品。

【請求項 1 7】 前記電子部品素子を囲繞するように前記セラミック多層基板に固定されたキャップをさらに備える、請求項 1 6 に記載のセラミック電子部品。

【請求項 1 8】 前記キャップが導電性キャップである、請求項 1 7 に記載のセラミック電子部品。

【請求項 1 9】 前記セラミック多層基板の下面にのみ形成された複数の外部電極と、

前記外部電極に電氣的に接続されており、かつ前記内部電極または電子部品素子に電氣的に接続された複数のスルーホール導体をさらに備えることを特徴とする、請求項 1 6 ～ 1 8 のいずれかに記載の電子部品。

【請求項 2 0】 請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記載の絶縁体磁器からなるセラミック焼結体と、

前記セラミック焼結体内に配置された複数の内部電極と、

前記セラミック焼結体の外表面に形成されており、いずれかの内部電極に電氣的に接続されている複数の外部電極とを備えることを特徴とする、積層セラミック電子部品。

【請求項 2 1】 前記複数の内部電極がセラミック層を介して重なり合うように配置されており、それによってコンデンサユニットが構成されている、請求項 2 0 に記載の積層セラミック電子部品。

【請求項 2 2】 前記複数の内部電極が、前記コンデンサユニットを構成している内部電極に加えて、互いに接続されて積層インダクタユニットを構成している複数のコイル導体を有する、請求項 2 1 に記載の積層セラミック電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多層回路基板などに用いられる絶縁体磁器に関し、より詳細には、半導体素子や各種電子部品を搭載した複合多層回路基板などに好適に用いられ、銅や銀などの導体材料と同時焼成可能な高周波用絶縁体磁器、該絶縁体磁器を用いたセラミック多層基板、セラミック電子部品及び積層セラミック電子部品に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、電子機器の高速化及び高周波化が進んでいる。また、電子機器に搭載される電子部品においても、高速化及び高集積化が求められており、さらに高密度実装化が要求されている。上記のような要求に応えるために、従来より、半導体素子や各種電子部品を搭載するための基板として、多層回路基板が用いられている。多層回路基板では、基板内に導体回路や電子部品機能素子が内蔵されており、電子機器の小型化を進めることができる。

【 0 0 0 3 】

上記多層回路基板を構成する材料としては、従来、アルミナが多用されている。

アルミナの焼成温度は 1 5 0 0 ～ 1 6 0 0 ℃ と比較的高い。従って、アルミナからなる多層回路基板に内蔵されている導体回路材料としては、通常、Mo、Mo-Mn、W などの高融点金属を用いなければならなかった。ところが、これらの高融点金属は電気抵抗が高いという問題があった。

【 0 0 0 4 】

従って、上記高融点金属よりも電気抵抗が低く、かつ安価な金属、例えば銅などを導体材料として用いることが強く求められている。銅を導体材料として用いることを可能とするために、1 0 0 0 ℃ 以下の低温で焼成され得るガラスセラミックスや結晶化ガラスなどを用いることが提案されている（例えば、特開平 5 - 2 3 8 7 7 4 号公報）。

【 0 0 0 5 】

また、Si チップなどの半導体部品との接続を考慮して、熱膨張係数が Si に近いセラミックスを多層回路基板材料として用いることも提案されている（特開平 8 - 3 4 6 6 8 号公報）。

【 0 0 0 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上述した公知の低温焼成可能な基板材料は機械的強度が低く、Q 値が低く、さらに析出結晶相の種類及び比率が焼成プロセスにより影響を受け易いという問題があった。

【 0 0 0 7 】

また、特開平5-238774号公報や特開平8-34668号公報に記載の基板材料では、高い熱膨張係数を有する高誘電率の材料との共焼結が困難であるという問題もあった。

【0008】

本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、低温の焼成で得ることができ、銀や銅などの比較的低融点の導体材料と同時に焼成でき、比誘電率が小さく、高周波特性に優れており、さらに高熱膨張係数を有する絶縁体磁器を提供することにある。

【0009】

本発明の他の目的は、上記絶縁体磁器を用いて構成されており、低温の焼成で得ることができ、比誘電率が小さく、高周波特性に優れており、さらに高熱膨張係数を有する高誘電率材料との共焼結により得ることができる、セラミック多層基板、セラミック電子部品及び積層セラミック電子部品を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本願発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、 $MgAl_2O_4$ セラミックスと、ホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器において、主たる結晶相として、 $MgAl_2O_4$ 結晶相、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び／または $Mg_2B_2O_5$ 結晶相を析出させれば、あるいは、 $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相の少なくとも1種類とを析出させれば、比誘電率が小さく、高周波特性に優れた高熱膨張係数を有する絶縁体磁器の得られることを見出し、本発明をなすに至った。

【0011】

すなわち、本願の第1の発明の広い局面によれば、 $MgAl_2O_4$ 系セラミックスとホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器であって、主たる結晶相として、 $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相の少なくとも1種とが析出されていることを特徴とする絶縁体磁器が提供される。

【0012】

本願の第2の発明の広い局面によれば、 $MgAl_2O_4$ セラミックスとホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器であって、主たる結晶相として、 $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相の少なくとも1種類が析出していることを特徴とする、絶縁体磁器が提供される。

【0013】

本発明（以下、第1，第2の発明を総称して本発明と記載する。）において、上記ホウ珪酸系ガラスは、酸化ホウ素、酸化ケイ素及び酸化マグネシウムを含むことが望ましい。 $MgAl_2O_4$ と、少なくとも酸化ホウ素（ B_2O_3 ）、酸化ケイ素（ SiO_2 ）、及び酸化マグネシウム（ MgO ）を含むガラス組成物とを組み合わせることにより、主たる結晶相として、 $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 及び／または $Mg_2B_2O_5$ 結晶相とを析出させることができ、あるいは $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相のうち少なくとも1種類とを析出させることができ、いずれの場合においても、高周波特性に優れかつ高熱膨張係数を有する絶縁体磁器を得ることができる。

【0014】

この場合、前記ホウ珪酸系ガラスは、酸化ホウ素 B_2O_3 換算で8～60重量%、酸化ケイ素 SiO_2 換算で10～50重量%、酸化マグネシウム MgO 換算で10～55重量%含むことが望ましい。さらに好ましくは、20～40重量%含むことが望ましい。

【0015】

上記ホウ珪酸系ガラスにおいて、酸化ホウ素は B_2O_3 換算で8～60重量%を占めることが望ましい。酸化ホウ素は主に融剤として作用する。酸化ホウ素の含有量が B_2O_3 換算で8重量%未満では、熔融温度が高くなり過ぎることがあり、60重量%を超えると耐湿性が低下することがある。

【0016】

また、上記酸化ケイ素は、 SiO_2 換算で10～50重量%を占めることが望

ましい。さらに好ましくは13～38重量%を占めることが望ましい。10重量%未満では、ホウ珪酸系ガラスの化学的安定性が低下しがちとなり、50重量%を超えると、ガラスの熔融温度が高くなることがある。

【0017】

上記ホウ珪酸系ガラスにおいて、酸化マグネシウム MgO は、10～55重量%を占めることが望ましい。さらに好ましくは35～53重量%を占めることが望ましい。 MgO は、ガラス作製時の熔融温度を低下するとともに、結晶化ガラス中の結晶の構成成分ともなる。特に、 $MgO-B_2O_3$ 化合物は、 Qf 値(Q 値と周波数 f の積)が数万GHz以上を示し、優れた高周波特性を発現する主要因となる。 MgO の含有量が10重量%未満では、 Q 値が低くなることがあり、55重量%を超えると、結晶析出量が多くなり過ぎ、基板強度が低下することがある。

【0018】

本発明においては、系に含まれる酸化マグネシウムと酸化ホウ素の比を調整することにより、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相または $Mg_2B_2O_5$ 結晶相を選択的に析出させることができる。すなわち、モル比に換算して、 $MgO:B_2O_3=3:1$ よりも酸化マグネシウムが過剰である場合には、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相を析出させることができる。他方、 $MgO:B_2O_3=3:1$ よりも B_2O_3 が過剰である場合には、 $Mg_2B_2O_5$ 結晶相が選択的に析出され得る。また、 $MgO:B_2O_3=3:1$ 付近では、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相が混在する。

【0019】

また、上記ホウ珪酸系ガラスは、アルカリ金属酸化物を20重量%以下の割合でさらに含有することが望ましい。アルカリ金属酸化物は、ガラス作製時の熔融温度を下げる作用を有するが、含有量が20重量%を超えると、 Q 値が低下する傾向がある。上記アルカリ金属酸化物としては、 Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O などを挙げることができる。また、焼結温度を下げることもできる。

【0020】

また、上記ホウ珪酸系ガラス中におけるアルカリ金属酸化物量を調整すること

により、熱膨張係数の調整も可能である。

上記ホウ珪酸系ガラスは、酸化亜鉛を ZnO 換算で 30 重量%以下の割合でさらに含むことが望ましい。酸化亜鉛は、焼成温度を低下させるように作用する。しかしながら、酸化亜鉛の含有割合が 30 重量%を超えると、ガラスの化学的安定性が低下することがある。

【0021】

さらに、上記ホウ珪酸系ガラスは、酸化銅を CuO 換算で 10 重量%以下の割合で含有していることが望ましい。酸化銅は焼成温度を下げる働きを有するが、含有量が 10 重量%を超えると、Q 値が低下することがある。

【0022】

また、上記ホウ珪酸系ガラスでは、酸化アルミニウムが、 Al_2O_3 換算で 20 重量%以下の割合で含有されていることが望ましい。酸化アルミニウムの添加により化学的安定性を高めることができる。しかしながら、酸化アルミニウムの含有量が 20 重量%を超えると、緻密な焼結体の得られないことがある。

【0023】

上記 $MgAl_2O_4$ 系セラミックスと、ホウ珪酸系ガラスとの割合は、重量比で 20:80~80:20 の範囲とすることが望ましい。上記セラミックスの含有割合が 20 重量%以下である場合には、Q 値が低くなる傾向があり、80 重量%を超えると、900~1000℃の温度での焼成では、得られた絶縁体磁器が十分に緻密化しないことがある。

【0024】

また、第 1 の発明においては、前記焼結体で、全結晶相の割合を 100 重量%としたときに、5~80 重量%の $MgAl_2O_4$ 結晶相、5~70 重量%の $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び／または $Mg_2B_2O_5$ 結晶相がそれぞれ析出していることが望ましい。このような範囲であれば、高い信頼性、良好な焼結性、十分な機械的強度、高い Q 値を得ることができる。 $MgAl_2O_4$ 結晶相の割合が 5 重量%未満の場合には、絶縁体磁器の強度が低くなることもあり、80 重量%を超えると、1000℃以下の焼成では緻密化しないことがある。

【0025】

MgAl_2O_4 結晶相が 5 重量%未満の場合には、フィラー成分を減らすことになり、高価なガラスの添加量を増やすこととなり、コストが高つくことがある。80 重量%を超えると、1000℃以下での緻密化が困難となることがある。また、 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 及び/または $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 結晶相が 5 重量%未満の場合には、酸化マグネシウム (MgO) と酸化ホウ素 (B_2O_3) との反応が十分に進まず、焼結性や信頼性が低下し、Q 値が低くなることもあり、70 重量%よりも多く析出させるには、高価なガラスの添加量を増やす必要があり、コストが高つくことになる。

【0026】

他方、第 2 の発明においては、上記焼結体中において、全結晶相の割合を 100 重量%としたときに、5～80 重量%の MgAl_2O_4 結晶相と、析出量の和が 5～70 重量%であるように、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 結晶相及び $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 結晶相の少なくとも 1 種類とが析出していることが望ましい。このような範囲であれば、良好な焼結性、十分な機械的強度、良好な高周波特性及び高熱膨張係数を有する絶縁体磁器を得ることができる。 MgAl_2O_4 結晶相が 5 重量%未満の場合には、機械的強度が低くなることもあり、80 重量%を超えると、1000℃以下で緻密化しないことがある。 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 結晶相及び $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 結晶相の少なくとも 1 種類との析出量の和が 5 重量%未満の場合には、酸化マグネシウム (MgO) と酸化ホウ素 (B_2O_3) との反応が十分に進まず、焼結性や信頼性が低下し、Q 値が低くなることもあり、70 重量%よりも多い場合には、高価なガラスの添加量を増やすことになり、コストが高つく。

【0027】

なお、本発明においては、上記ガラスとしては、ガラス組成物を 700～1000℃の温度で仮焼することにより得られた混合物を用いてもよい。

上記のように、本発明によれば、 MgAl_2O_4 セラミックスと、上記特定のホウ珪酸系ガラスとを用いることにより、銅や銀などの低融点金属材料と共焼結することにより得ることができ、十分な機械的強度を有し、高周波特性に優れかつ高熱膨張係数を有する絶縁体磁器を得ることができる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明においては、得られる絶縁体磁器の測定周波数 1 5 G H z における Q 値は 7 0 0 以上であることが望ましい。1 0 G H z における Q 値が 7 0 0 以上の場合には、高周波帯、例えば 1 G H z 以上の周波数域で用いられる回路基板に好適に用いることができる。

【 0 0 2 9 】

本発明に係るセラミック多層基板は、本発明に係る絶縁体磁器からなる絶縁性セラミック層を含むセラミック板と、該セラミック板の絶縁性セラミック層内に形成された複数の内部電極とを備える。

【 0 0 3 0 】

本発明に係るセラミック積層基板の特定の局面では、前記絶縁性セラミック層の少なくとも片面に、該絶縁性セラミック層よりも誘電率が高い第 2 のセラミック層が積層されている。

【 0 0 3 1 】

本発明に係るセラミック多層基板のさらに特定の局面では、前記複数の内部電極が、前記絶縁性セラミック層の少なくとも一部を介して積層されて積層コンデンサが構成されている。

【 0 0 3 2 】

本発明の別の特定の局面では、複数の内部電極が、前記絶縁性セラミック層の少なくとも一部を介して積層されてコンデンサを構成しているコンデンサ用内部電極と、互いに接続されて積層インダクタを構成しているコイル導体とが備えられる。コンデンサは第 2 のセラミック層に設けることが望ましい（小型・大容量化）。

【 0 0 3 3 】

本発明のセラミック電子部品は、本発明に係るセラミック多層基板と、該セラミック多層基板上に実装されており、上記複数の内部電極と共に回路を構成している少なくとも 1 つの電子部品とを備える。

【 0 0 3 4 】

本発明に係るセラミック電子部品の特定の局面では、前記電子部品素子を囲繞

するように前記セラミック多層基板に固定されたキャップがさらに備えられる。

該キャップとしては、好ましくは導電性キャップが用いられる。

【 0 0 3 5 】

本発明に係るセラミック電子部品の特定の局面では、前記セラミック多層基板の下面にのみ形成された複数の外部電極と、前記外部電極に電氣的に接続されており、かつ前記内部電極または電子部品素子に電氣的に接続された複数のスルーホール導体がさらに備えられる。

【 0 0 3 6 】

本発明に係る積層セラミック電子部品は、本発明に係る絶縁体磁器からなるセラミック焼結体と、前記セラミック焼結体内に配置された複数の内部電極と、前記セラミック焼結体の外表面に形成されており、いずれかの内部電極に電氣的に接続されている複数の外部電極とを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

本発明に係る積層セラミック電子部品の特定の局面では、前記複数の内部電極がセラミック層を介して重なり合うように配置されており、それによってコンデンサユニットが構成されている。

【 0 0 3 8 】

本発明に係る積層セラミック電子部品のさらに特定の局面では、前記複数の内部電極が、前記コンデンサユニットを構成している内部電極に加えて、互いに接続されて積層インダクタユニットを構成している複数のコイル導体を有する。

【 0 0 3 9 】

【発明の実施の形態】

以下、先ず、本発明に係る絶縁体磁器についての具体的な実施例を説明し、さらに、本発明に係るセラミック多層基板、セラミック電子部品及び積層セラミック電子部品の構造的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【 0 0 4 0 】

原料粉末として $Mg(OH)_2$ と Al_2O_3 の粉末を用い、化学量論比組成で $MgAl_2O_4$ となるように秤量し、16時間湿式混合した後、乾燥し、この混合物を1350℃、2時間仮焼した後、粉碎した。

【 0 0 4 1 】

上記磁器組成物をセラミック成分として 2 0 ～ 8 0 重量%となるよう秤量し、この粉末と表 1 に示す組成のガラスとを混合し、適量のバインダを加えて造粒し、これを 2 0 0 M P a の圧力の下で成形して直径 1 2 m m × 厚さ 7 m m の円柱成形体を得た。この成形体を大気中 8 5 0 ℃ ～ 1 0 0 0 ℃ で 2 時間焼成して絶縁体磁器試料を得た。この試料を用いて誘電体共振器法によって 1 5 G H z における比誘電率、Q 値を測定した。実施例の結果を表 2 に示す。

【 0 0 4 2 】

また、上記円柱状試料を粉砕し、X R D (X 線回折法) により分析し、 $M g A l_2 O_4$ 結晶相、 $M g_3 B_2 O_6$ 結晶相、 $M g_2 B_2 O_5$ 結晶相及び $M g_2 S i O_4$ 結晶相の存在を知られた。結果を下記の表 2 に示す。なお、表 2 において、S P は $M g A l_2 O_4$ 結晶相、K O は $M g_3 B_2 O_6$ 結晶相、S U は $M g_2 B_2 O_5$ 結晶相及び F O は $M g_2 S i O_4$ 結晶相を示す。W O は $C a S i O_3$ 、G H は $C a_2 A l (A l S i O_7)$ 結晶相を示す。また、図 1 ～ 図 3 において、それぞれ、試料番号 9、試料番号 1 4 及び試料番号 2 0 の絶縁体磁器における上記 X R D 分析結果を示す。図 1 ～ 図 3 において、○印が $M g A l_2 O_4$ 結晶相に基づくピーク、△印が $M g_3 B_2 O_6$ 結晶相に基づくピーク、×印が $M g_2 B_2 O_5$ 結晶相に基づくピーク、▽が $M g_2 S i O_4$ 結晶相に基づくピークを示す。

【 0 0 4 3 】

また、別途作製した短冊状の絶縁体磁器試料について、J I S C 2 1 4 1 に準じて 3 点曲げ試験を行い、抗折強度を評価した。試料番号 2 0 では 2 8 0 M P a と高い強度を示した。

【 0 0 4 4 】

また、上記抗折強度試験に用いた矩形板状の絶縁体磁器を用いて、熱膨張係数を測定した。室温から 6 0 0 ℃ における熱膨張係数の値を下記の表 2 に示す。

【 0 0 4 5 】

【表 1】

	SiO ₂ /w t%	B ₂ O ₃ / wt%	MgO/ wt%	Li ₂ O/ wt%	ZnO/ wt%	CuO/ wt%	Al ₂ O ₃ wt%	CaO wt%
A	13.5	33.9	52.6	-	-	-	-	-
B	13.5	33.9	47.6	5	-	-	-	-
C	11.5	29	44.5	5	10			-
D	18.0	25.2	45.8	5	5	1		-
E	20	41	28	3	5	1	2	-
F	26	18	45	5	5	1	-	-
G	35	15	40	6	2	2		-
H	22	35	35	10	5	1	2	-
I	12	60	28				5	-
J	19.5	20	49.5	5	5	1		-
K	20	22	47	5	5	1		-
L	40	10	36	9	5			-
M	35	18	50	2				-
N	13.1	22.6	42.3	10	10		2	-
O	17.1	25.6	45.3	10	-	-	2	-
P	20	22	48	5	5	-	-	-
Q	38	9.5	28.5	5	-	-	-	19
R	40	5	10	-	-	-	10	35

【 0 0 4 6 】

【表 2】

No	MgAl ₂ O ₄ /wt%	ガラス添加量		焼成温 度/℃	結晶相	熱膨張係数 /ppm/℃	ε	Q @15GHz
		/wt%	種類					
1	20	80	A	920	SP,SU	9.3	7.3	3000
2	30	70	A	980	SP,SU	9.4	7.1	2500
3	30	70	B	950	SP,SU	10.2	7.2	2600
4	40	60	B	1000	SP,SU	9.9	7.1	2300
5	35	65	C	920	SP,SU	10.0	7.2	2100
6	35	65	D	900	SP,SU	10.2	7.1	2000
7	80	20	E	1000	SP,SU	9.7	7.0	1800
8	50	50	E	850	SP,SU	9.8	7.2	1600
9	40	60	F	900	SP,SU,FO	10.0	7.0	1500
10	35	65	G	1000	SP,KO,FO	9.0	6.8	800
11	60	40	H	900	SP,SU	11.3	7.2	3300
12	70	30	H	950	SP,SU	10.8	7.4	2500
13	50	50	I	1000	SP,SU	9.3	7.0	700
14	40	60	J	920	SP,KO,FO	9.5	7.0	2000
15	50	50	J	1000	SP,KO,FO	9.6	7.3	1800
16	40	60	K	920	SP,SU,FO	9.5	7.0	1900
17	60	40	K	1000	SP,SU,FO	9.7	7.4	1300
18	25	75	L	1000	SP,KO	9.2	7.5	800
19	35	65	M	950	SP,KO,FO	9.0	6.8	1000
20	25	75	N	870	SP,KO	9.8	7.0	2600
21	25	75	O	930	SP,KO	9.8	7.1	2700
22	40	60	P	960	SP,SU,FO	9.5	7.1	2000
23	18	82	B	920	SP,SU	10.5	7.5	600
24	82	18	B	1000	SP,SU	-	-	-
25	45	55	Q	900	SP,FO,GH	10.5	7.3	500
26	40	60	R	950	SP,WO	8.1	8.0	300

【0047】

表 2 から明らかなように、本発明の実施例である、試料番号 1 ～ 2 4 の絶縁体組成物では、850℃～1000℃の低温で焼結が可能であり、比誘電率が約 7 と低く、室温から 600℃までの熱膨張係数が 9 ～ 11.5 ppm/℃と高く、

しかも測定周波数 1 5 G H z における Q 値が 7 0 0 以上と高い値を示すことがわかる。

【 0 0 4 8 】

これに対して、表 1 に示すガラス Q, R を用いると主たる結晶として、 $MgAl_2O_4$ 相と $CaSiO_3$ 相や $MgAl_2O_4$ 相、 Mg_2SiO_4 相、 $Ca_2Al_1(AlSiO_7)$ 相が析出し、Q 値を下げてしまうことがある。ガラス量が 2 0 重量%以下では 1 0 0 0 °C 以下で緻密化できず、8 0 重量%以上では Q 値が低くなってしまう。

【 0 0 4 9 】

次に、本発明に係る絶縁体磁器を用いたセラミック多層基板、セラミック電子部品及び積層セラミック電子部品の構造的な実施例を説明する。

図 4 は、本発明の一実施例としてのセラミック多層基板を含むセラミック電子部品としてのセラミック多層モジュールを示す断面図であり、図 5 はその分解斜視図である。

【 0 0 5 0 】

セラミック多層モジュール 1 は、セラミック多層基板 2 を用いて構成されている。

セラミック多層基板 2 では、本発明に係る絶縁体磁器からなる絶縁性セラミック層 3 a, 3 b 間に例えばチタン酸バリウムにガラスを加えてなる誘電率の高い誘電性セラミック層 4 が挟まれている。

【 0 0 5 1 】

誘電性セラミック層 4 内には、複数の内部電極 5 が誘電性セラミック層 4 の一部を介して隣り合うように配置されており、それによって積層コンデンサユニット C 1, C 2 が構成されている。

【 0 0 5 2 】

また、絶縁性セラミック層 3 a, 3 b 及び誘電性セラミック層 4 には、複数のビアホール電極 6, 6 a や内部配線が形成されている。

他方、セラミック多層基板 2 の上面には、電子部品素子 9 ~ 1 1 が実装されている。電子部品素子 9 ~ 1 1 としては、半導体デバイス、チップ型積層コンデン

サなどの適宜の電子部品素子を用いることができる。上記ビアホール電極 6 及び内部配線により、これらの電子部品素子 9 ～ 1 1 と、コンデンサユニット C 1 , C 2 とが電氣的に接続されて本実施例に係るセラミック多層モジュール 1 の回路を構成している。

【 0 0 5 3 】

また、上記セラミック多層基板 2 の上面には、導電性キャップ 8 が固定されている。導電性キャップ 8 は、セラミック多層基板 2 を上面から下面に向かって貫いているビアホール電極 6 に電氣的に接続されている。また、セラミック多層基板 2 の下面に外部電極 7 , 7 が形成されており、外部電極 7 , 7 が上記ビアホール電極 6 , 6 a に電氣的に接続されている。また、他の外部電極については図示を省略しているが、上記外部電極 7 と同様に、セラミック多層基板 2 の下面にのみ形成されている。また、他の外部電極は、上述した内部配線を介して、電子部品素子 9 ～ 1 1 やコンデンサユニット C 1 , C 2 と電氣的に接続されている。

【 0 0 5 4 】

このように、セラミック多層基板 2 の下面にのみ外部と接続するための外部電極 7 を形成することにより、セラミック積層モジュールを、下面側を利用してプリント回路基板などに容易に表面実装することができる。

【 0 0 5 5 】

また、本実施例では、キャップ 8 が導電性材料からなり、外部電極 7 にビアホール電極 6 a を介して電氣的に接続されているので、電子部品素子 9 ～ 1 1 を導電性キャップ 8 により電磁シールドすることができる。もっとも、キャップ 8 は、必ずしも導電性材料で構成されている必要はない。

【 0 0 5 6 】

本実施例のセラミック多層モジュール 1 では、上記絶縁性セラミック層 3 a , 3 b が、本発明に係る絶縁体磁器を用いているので誘電率が低く、かつ Q 値も高いので、高周波用途に適したセラミック多層モジュール 1 を提供することができる。加えて、上記絶縁性セラミック層 3 a , 3 b が機械的強度に優れているので、機械的強度においても優れたセラミック多層モジュール 1 を構成することができる。

【0057】

なお、上記セラミック多層基板2は、周知のセラミック積層一体焼成技術を用いて容易に得ることができる。

積層コンデンサユニットC1、C2では、静電容量を取り出すための厚み方向に隣り合う内部電極5、5間に高誘電率の絶縁性セラミック層が配置されていることになるので、比較的小さな面積の内部電極で大きな静電容量を得ることができ、それによっても小型化を進めることができる。

【0058】

図6～図8は、本発明の第2の構造的な実施例としての積層セラミック電子部品を説明するための分解斜視図、外観斜視図及び回路図である。

図7に示すこの積層セラミック電子部品20は、LCフィルタである。セラミック焼結体21内に、後述のようにインダクタンスL及び静電容量Cを構成する回路が構成されている。セラミック焼結体21が、本発明に係る絶縁体磁器を用いて構成されている。また、セラミック焼結体21の外表面には、外部電極23a、23b、24a、24bが形成されており、外部電極23a、23b、24a、24b間には、図8に示すLC共振回路が構成されている。

【0059】

次に、上記セラミック焼結体21内の構成を、図6を参照しつつ製造方法を説明することにより明らかにする。

まず、本発明に係る絶縁体磁器材料に、有機ビヒクルを添加し、セラミックスラリーを得る。このセラミックスラリーを、適宜のシート成形法により形成し、セラミックグリーンシートを得る。このようにして得られたセラミックグリーンシートを乾燥した後所定の大きさに打ち抜き、矩形のセラミックグリーンシート21a～21mを用意する。

【0060】

次に、セラミックグリーンシート21a～21mに、ビアホール電極28を構成するための貫通孔を必要に応じて形成する。さらに、導電ペーストをスクリーン印刷することにより、コイル導体26a、26b、コンデンサ用内部電極27a～27c、コイル導体26c、26dを形成すると共に、上記ビアホール28

用貫通孔に導電ペーストを充填し、ビアホール電極 28 を形成する。

【0061】

しかる後、セラミックグリーンシート 21a～21mを図示の向きに積層し、厚み方向に加圧し積層体を得る。

得られた積層体を焼成し、セラミック焼結体 21 を得る。

【0062】

上記のようにして得られたセラミック焼結体 21 に、図 7 に示したように外部電極 23a～24b を、導電ペーストの塗布・焼き付け、蒸着、メッキもしくはスパッタリングなどの薄膜形成法等により形成する。このようにして、積層セラミック電子部品 20 を得ることができる。

【0063】

図 6 から明らかなように、コイル導体 26a, 26b により、図 8 に示すインダクタンスユニット L1 が、コイル導体 26c, 26d によりインダクタンスユニット L2 が構成され、内部電極 27a～27c によりコンデンサ C が構成される。

【0064】

本実施例の積層セラミック電子部品 20 では、上記のように LC フィルタが構成されているが、セラミック焼結体 21 が本発明に係る絶縁体磁器を用いて構成されているので、第 1 の実施例のセラミック多層基板 2 と同様に、低温焼成により得ることができ、従って内部電極としての上記コイル導体 26a～26c やコンデンサ用内部電極 27a～27c として、銅、銀、金などの低融点金属を用いてセラミックスと一体焼成することができる。加えて、比誘電率が高く、かつ高周波における Q 値が高く、高周波用途に適した LC フィルタを構成することができる。また、上記絶縁体磁器の機械的強度が高いため、機械的強度においても優れた LC フィルタを提供することができる。

【0065】

【発明の効果】

第 1 の発明に係る絶縁体磁器では、 $MgAl_2O_4$ 系セラミックスとホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器において、主たる結晶相として、M

MgAl_2O_4 結晶相と、 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 結晶相及び $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 結晶相のうち少なくとも1種の結晶相とが析出されているので、 1000°C 以下の低温の焼成で得ることができる。また、測定周波数 10GHz における $Q \times f$ 値が 10000GHz 以上と高い値を示す。さらに、室温から 600°C までの温度範囲における熱膨張係数も高い。よって、高周波用途に優れており、高い熱膨張係数を有する高誘電率材料と共焼結が可能であり、さらに銅や銀などの低融点の金属との焼結が可能な高周波用の絶縁体磁器を提供することができる。

【0066】

よって、第1の発明に係る絶縁体磁器を用いることにより、高い Q 値を有し、高周波特性に優れており、さらに高誘電率材料からなる部分が一体的に焼成されている安価なセラミック多層基板や積層セラミック電子部品を提供することが可能となる。

【0067】

第2の発明に係る絶縁体磁器では、 MgAl_2O_4 セラミックスと、ホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器において、主たる結晶相として、 MgAl_2O_4 結晶相と、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 結晶相及び $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 結晶相の少なくとも1種とが析出しているので、 1000°C 以下の低温の焼成で得ることができ、 Q 値が高くかつ機械的強度に優れた絶縁体磁器を提供することが可能となる。従って、 Cu や Ag などの低抵抗でありかつ安価な金属を共焼結することができるので、セラミック多層基板や積層セラミック電子部品において、内部電極材料としてこれらの金属を用いることができる。よって、機械的強度が高く、高い Q 値を有し、さらに安価なセラミック多層基板や積層セラミック電子部品を提供することが可能となる。

【0068】

上記ホウ珪酸系ガラスが、酸化ホウ素、酸化ケイ素、酸化マグネシウム及びアルカリ金属酸化物を含む場合には、主たる結晶相として、 MgAl_2O_4 結晶相と、 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 結晶相及び／または $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 結晶相とが、あるいは、 MgAl_2O_4 結晶相と、 Mg_2SiO_4 結晶相と、 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 結晶相及び $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 結晶相の少なくとも1種類とが上記ホウ珪酸系ガラスが、アルカ

リ金属酸化物を上記特定の割合で含有している場合には、Q値の低下を招くことなく、より低温の焼成で本発明に係る絶縁体磁器を得ることができる。

【0069】

上記ホウ珪酸系ガラスが、酸化ホウ素、酸化ケイ素、酸化マグネシウム及びアルカリ金属酸化物を上記特定の割合で含む場合には、1000℃以下の低温焼成で得られ、かつQ値の高い絶縁体磁器をより安定に提供することができる。

【0070】

上記ホウ珪酸系ガラスが、アルカリ金属酸化物を20重量%の割合で含む場合には、1000℃以下の低温焼成で本発明に係る絶縁体磁器をより安定に得ることができる。

【0071】

上記ホウ珪酸系ガラスが、酸化アルミニウムを20重量%の割合で含む場合には、ホウ珪酸系ガラスの化学的安定性が高められ、1000℃以下の低温焼成で本発明に係る絶縁体磁器をより安定に得ることができる。

【0072】

上記ホウ珪酸系ガラスが30重量%以下の割合で酸化亜鉛を含む場合には、ガラスの熔融温度が下がり、より一層低温の焼成で得られる絶縁体磁器を得ることができる。

【0073】

ホウ珪酸系ガラスが、10重量%以下の割合で酸化銅を含む場合には、Q値の低下を招くことなく、より低温の焼成で本発明に係る絶縁体磁器を得ることができる。

【0074】

$MgAl_2O_4$ 系セラミックスとホウ珪酸系ガラスとの重量比が、20:80～80:20の範囲であれば、Q値が高く、1000℃以下の低温焼成で十分に緻密化され得る絶縁体磁器を提供することができる。

【0075】

本発明において、絶縁体磁器が、5～80重量%の $MgAl_2O_4$ 結晶相と、5～70重量%の $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び／または $Mg_2B_2O_5$ 結晶相がそ

れぞれ析出している場合には、焼結性が良好であり、信頼性に優れた絶縁体磁器を提供することができる。

【0076】

本発明に係るセラミック多層基板は、本発明に係る絶縁体磁器からなる絶縁性セラミック層を含むセラミック板を備えるので、低温で焼成でき、内部電極構成材料としてA gやC uなどの低抵抗であり、かつ安価な金属を用いることができる。しかも、該絶縁性セラミック層は、機械的強度が高く、かつQ値が高いので、高周波用途に適したセラミック多層基板を提供し得る。

【0077】

なお、上記第1、第2の構造的実施例では、セラミック多層モジュール1及びLCフィルタを構成する積層セラミック電子部品20を例にとり説明したが、本発明に係るセラミック電子部品及び積層セラミック電子部品はこれらの構造に限定されるものではない。すなわち、マルチチップモジュール用セラミック多層基板、ハイブリッドIC用セラミック多層基板などの各種セラミック多層基板、あるいはこれらのセラミック多層基板に電子部品素子を搭載した様々なセラミック電子部品、さらに、チップ型積層コンデンサやチップ型積層誘電体アンテナなどの様々なチップ型積層電子部品に適用することができる。

【0078】

セラミック多層基板において、絶縁性セラミック層の少なくとも片面に、該絶縁性セラミック層よりも高誘電率の第2のセラミック層が積層されている場合には、第2のセラミック層の組成及び積層形態を工夫することにより、強度や耐環境特性を、要求に応じて適宜調整することができる。

【0079】

複数の内部電極が絶縁性セラミック層の少なくとも一部を介して積層されて積層コンデンサが構成されている場合には、本発明に係る絶縁体磁器の誘電率が低く、Q値が高いので、高周波用途に適している。

【0080】

さらに、本発明に係る絶縁体磁器は機械的強度が高いので、機械的強度に優れた積層コンデンサを構成することができる。

複数の内部電極が積層コンデンサを構成する複数の内部電極と、互いに接続されて積層インダクタを構成する複数のコイル導体とを有する場合には、本発明に係る絶縁体磁器が上記のように誘電率が低く、高周波で高いQ値を有し、機械的強度が高いので、高周波用途に適した小型のLC共振回路を容易に構成することができる。

【 0 0 8 1 】

本発明に係るセラミック多層基板上に少なくとも1つの電子部品素子が積層された本発明に係るセラミック電子部品では、上記電子部品素子とセラミック多層基板内の回路構成とを利用して、高周波用途に適した、小型の様々なセラミック電子部品を提供することができる。

【 0 0 8 2 】

電子部品素子を囲繞するようにセラミック多層基板にキャップが固定されている場合には、キャップにより電子部品素子を保護することができ、耐湿性等に優れたセラミック電子部品を提供することができる。

【 0 0 8 3 】

キャップとして導電性キャップを用いた場合には、囲繞されている電子部品素子を電磁シールドすることができる。

セラミック多層基板の下面にのみ外部電極が形成されている場合には、プリント回路基板などにセラミック多層基板の下面側から容易に表面実装することができる。

【 0 0 8 4 】

本発明に係る積層セラミック電子部品では、本発明に係る絶縁体磁器内に複数の内部電極が形成されているので、低温で焼成でき、内部電極構成材料としてAgやCuなどの低抵抗でありかつ安価な金属を用いることができる。しかも、絶縁体磁器においては、誘電率が低く、Q値が高いので、高周波用途に適した積層コンデンサを提供し得る。また、上記絶縁体磁器は機械的強度が高いので、機械的強度に優れた積層コンデンサを構成することができる。

【 0 0 8 5 】

本発明に係る積層セラミック電子部品において、複数の内部電極が積層コンデ

ンサを構成している場合には、本発明に係る絶縁体磁器の誘電率が低く、Q値が高いので、高周波用途に適している。

【0086】

本発明に係る積層セラミック電子部品において、複数の内部電極が、積層コンデンサを構成している内部電極と、積層インダクタを構成しているコイル導体とを有する場合には、本発明に係る絶縁体磁器が、機械的強度に優れており、上記のように誘電率が低く、高周波で高いQ値を有するので、機械的強度が高く、高周波用途に適した小型のLC共振回路を容易に構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例としての試料番号9の絶縁体磁器のXRDスペクトルを示す図。

【図2】

本発明の実施例としての試料番号14の絶縁体磁器のXRDスペクトルを示す図。

【図3】

本発明の実施例としての試料番号20の絶縁体磁器のXRDスペクトルを示す図。

【図4】

本発明の一実施例としてのセラミック多層基板を用いたセラミック電子部品としてのセラミック積層モジュールを示す縦断面図。

【図5】

図4に示したセラミック多層モジュールの分解斜視図。

【図6】

本発明の第2の実施例の積層セラミック電子部品を製造するのに用いられたセラミックグリーンシート及びその上に形成されている電極パターンを説明するための分解斜視図。

【図7】

本発明の第2の実施例に係る積層セラミック電子部品を示す斜視図。

【図 8】

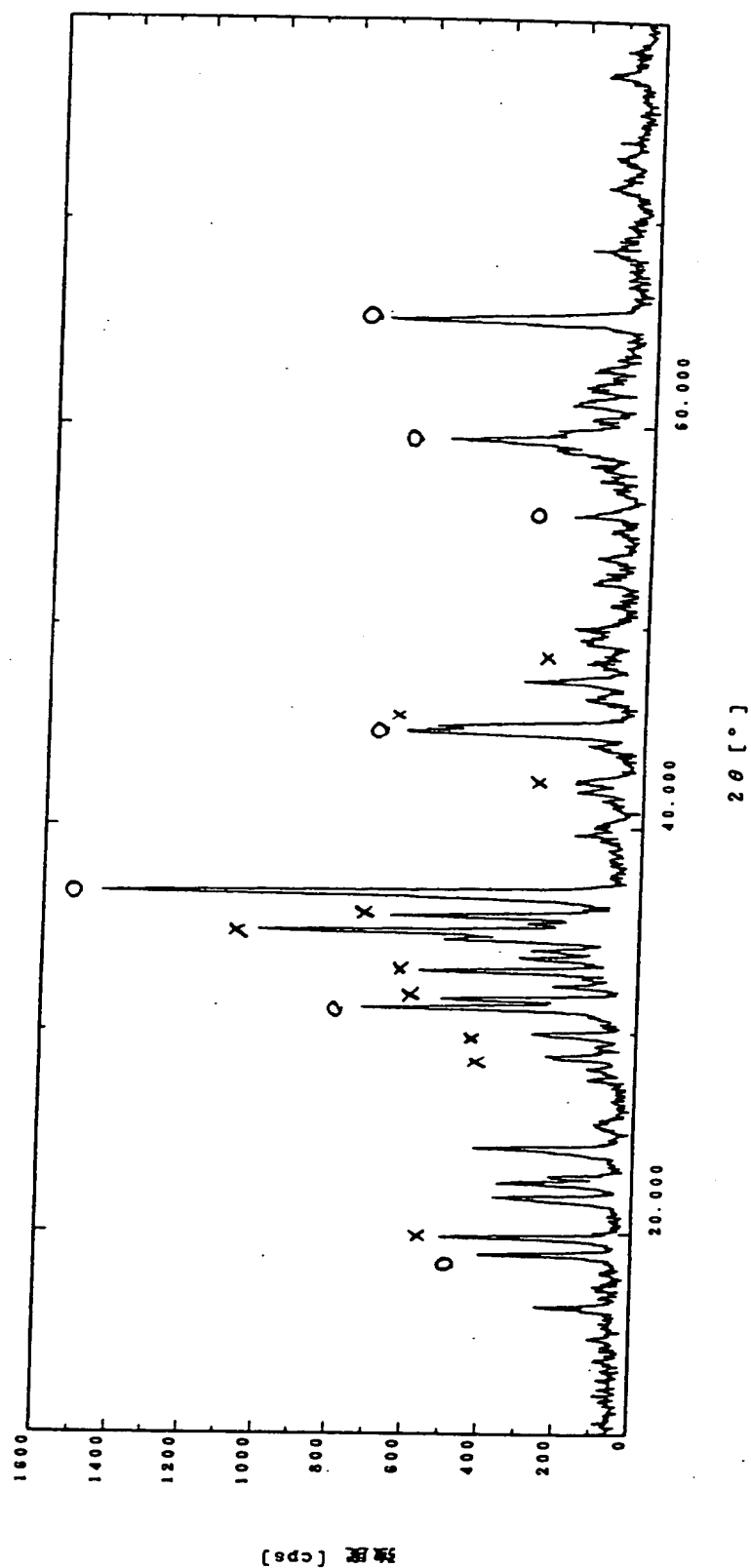
図 7 に示した積層セラミック電子部品の回路構成を示す図。

【符号の説明】

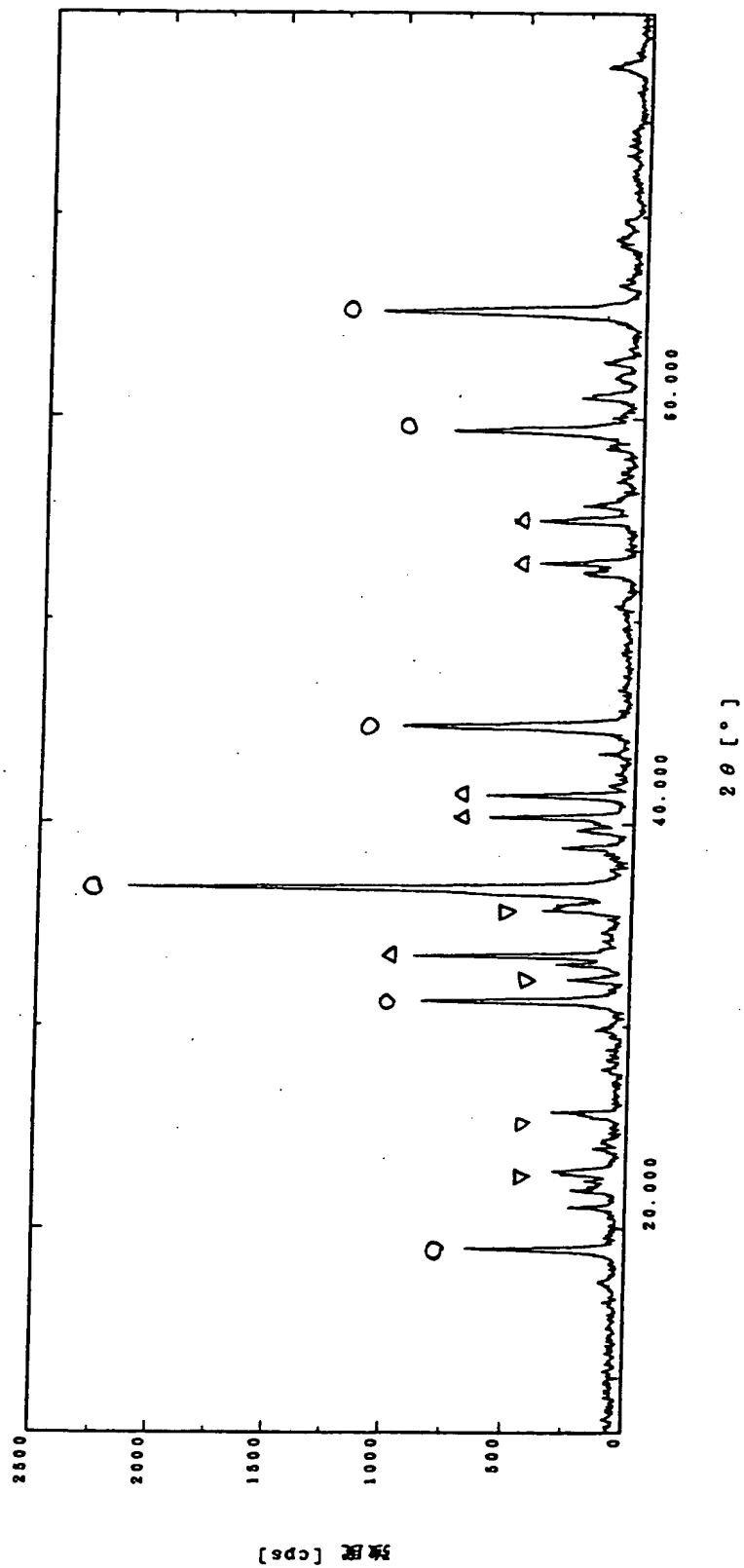
- 1 …セラミック積層モジュール
- 2 …セラミック多層基板
- 3 a, 3 b …絶縁性セラミック層
- 4 …第 2 のセラミック層としての誘電性セラミック層
- 5, 5 …内部電極
- 6, 6 a …ビアホール電極
- 7 …外部電極
- 8 …導電性キャップ
- 9 ～ 1 1 …電子部品素子
- 2 0 …積層セラミック電子部品
- 2 1 …セラミック焼結体
- 2 3 a, 2 3 b, 2 4 a, 2 4 b …外部電極
- 2 6 a ～ 2 6 d …コイル導体
- 2 7 a ～ 2 7 c …コンデンサ用内部電極

【書類名】 図面

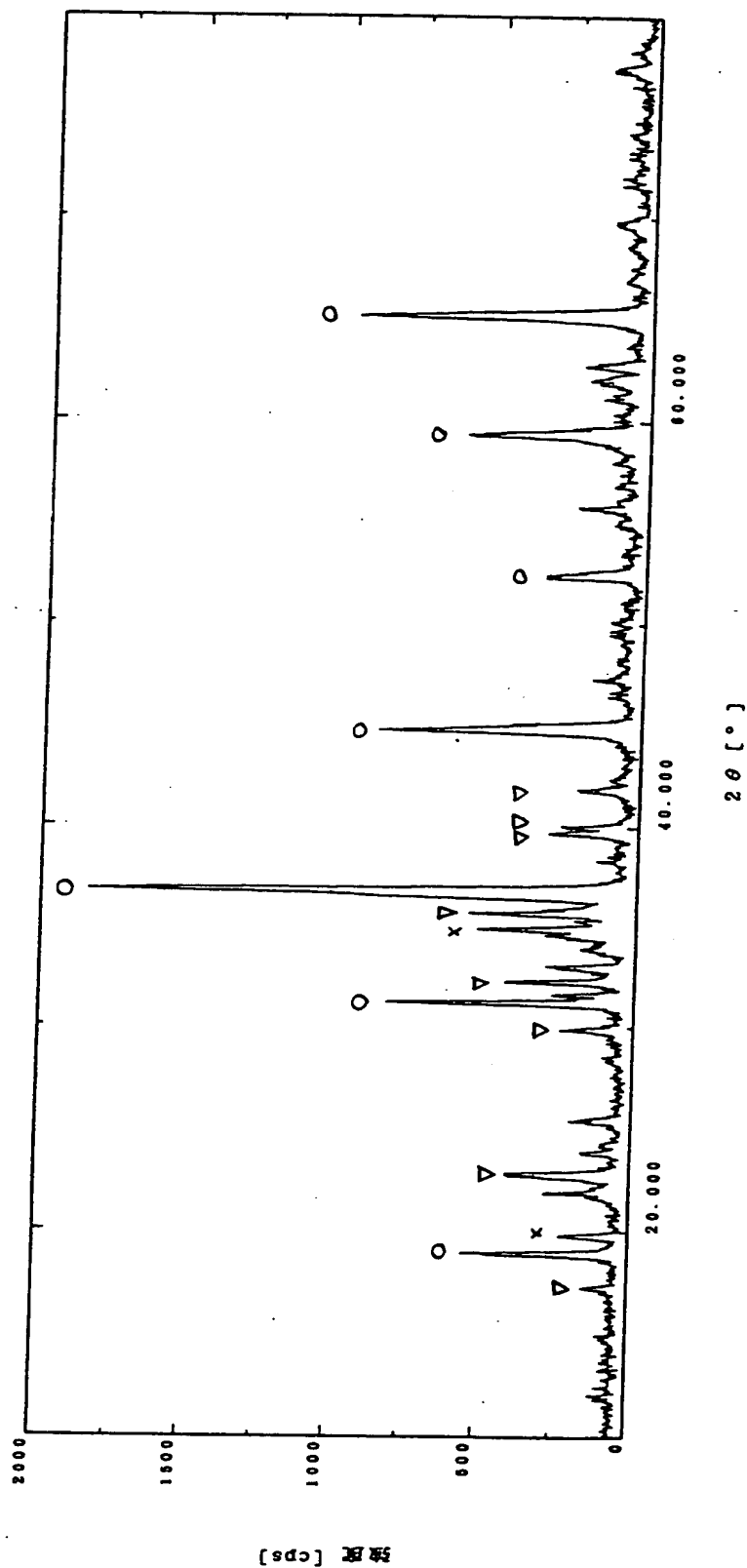
【図 1】



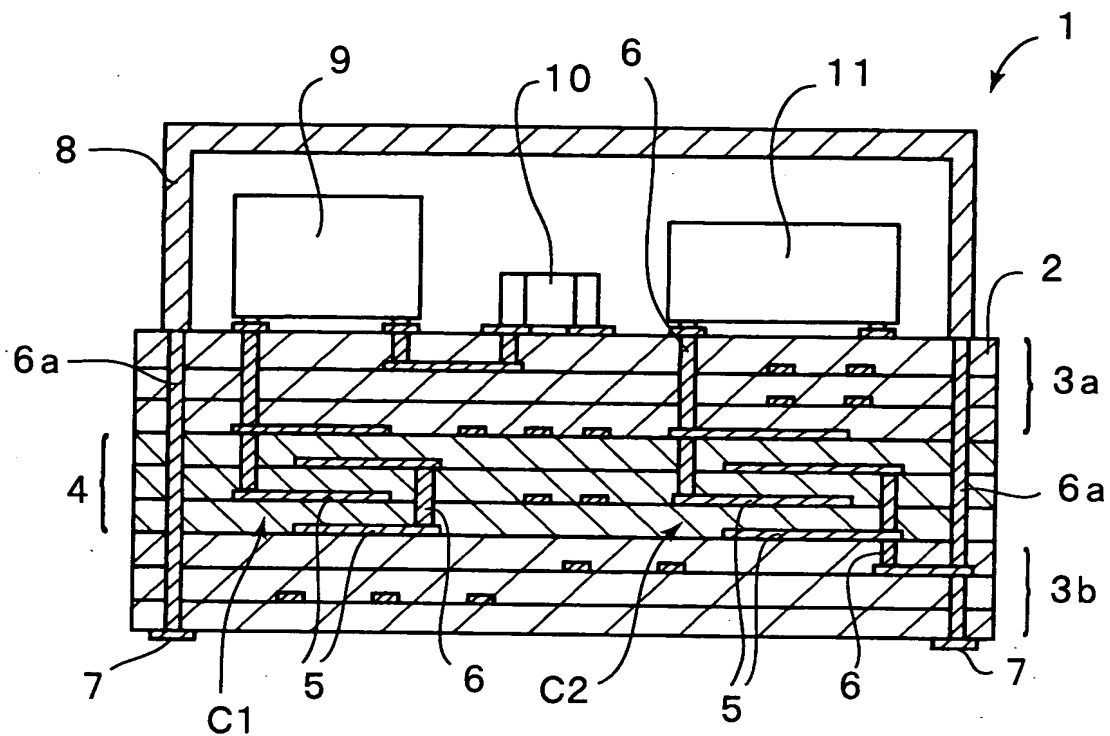
【図 2】



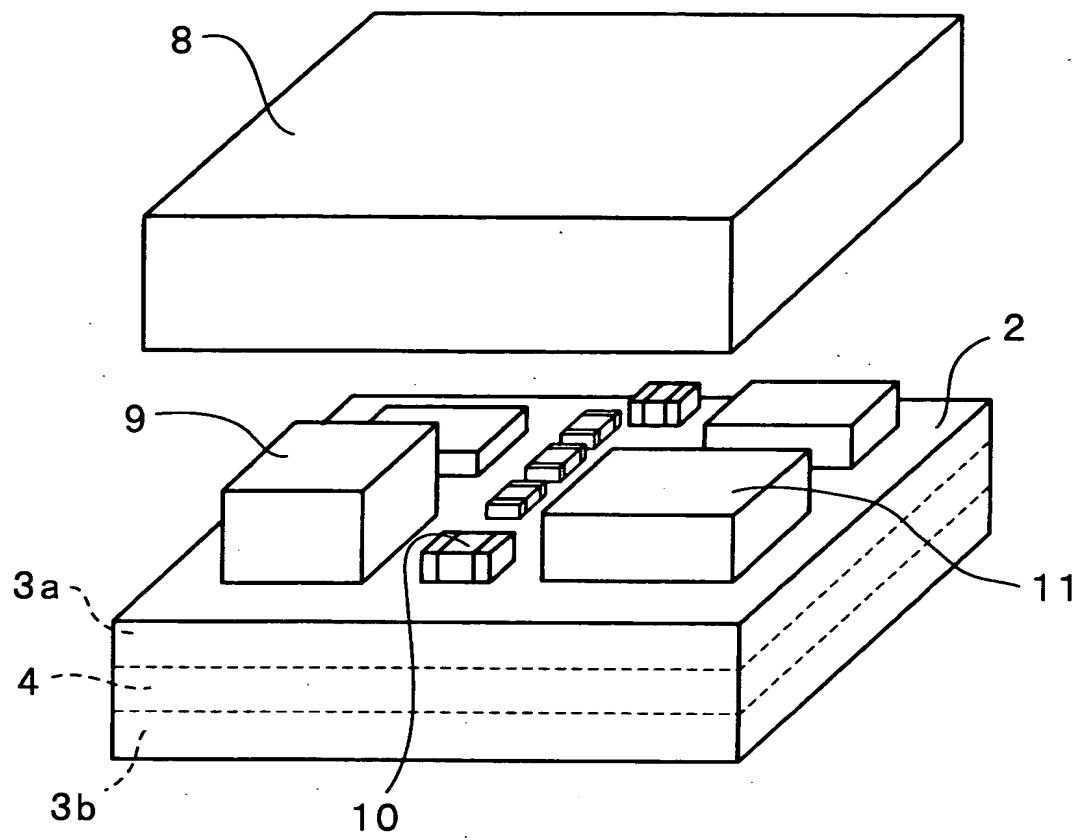
【図3】



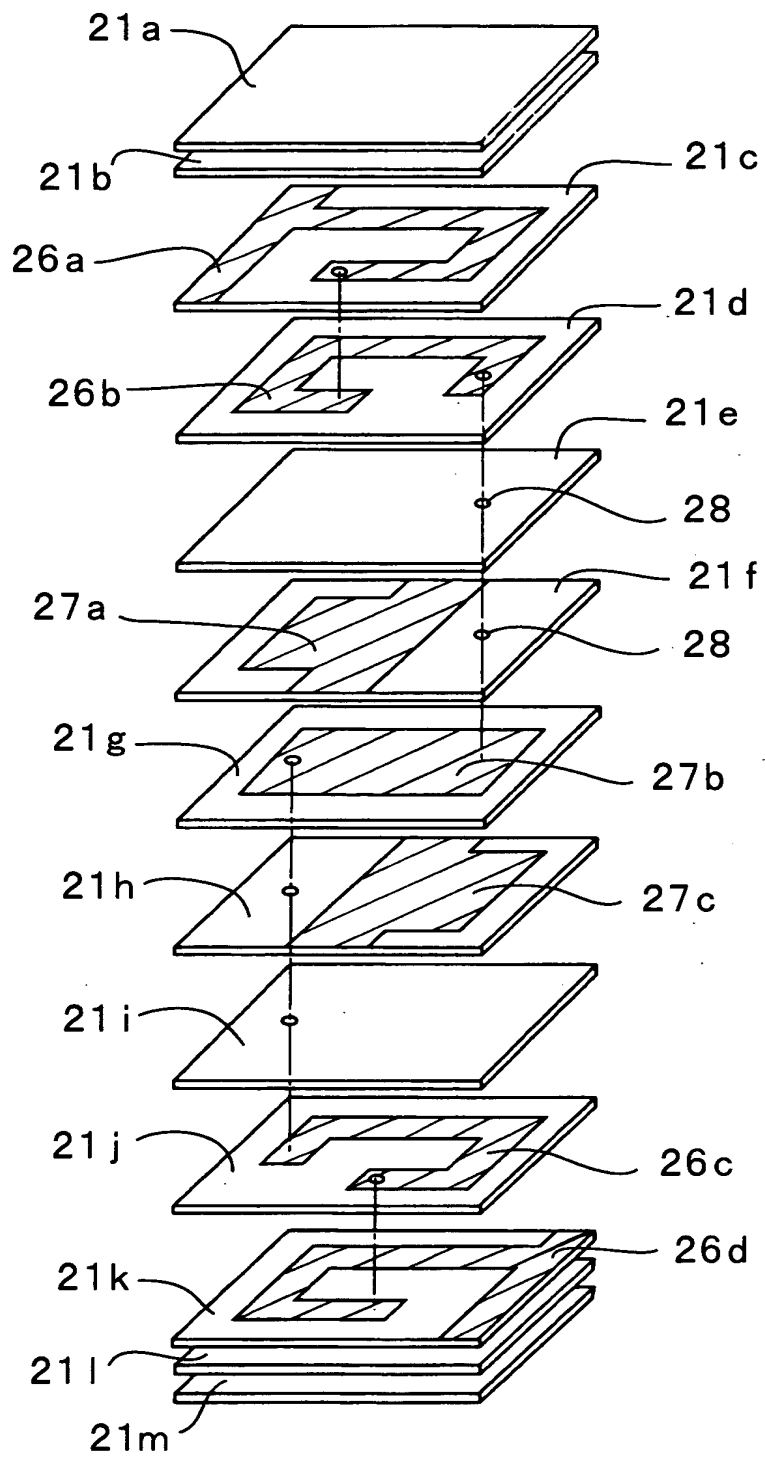
【図4】



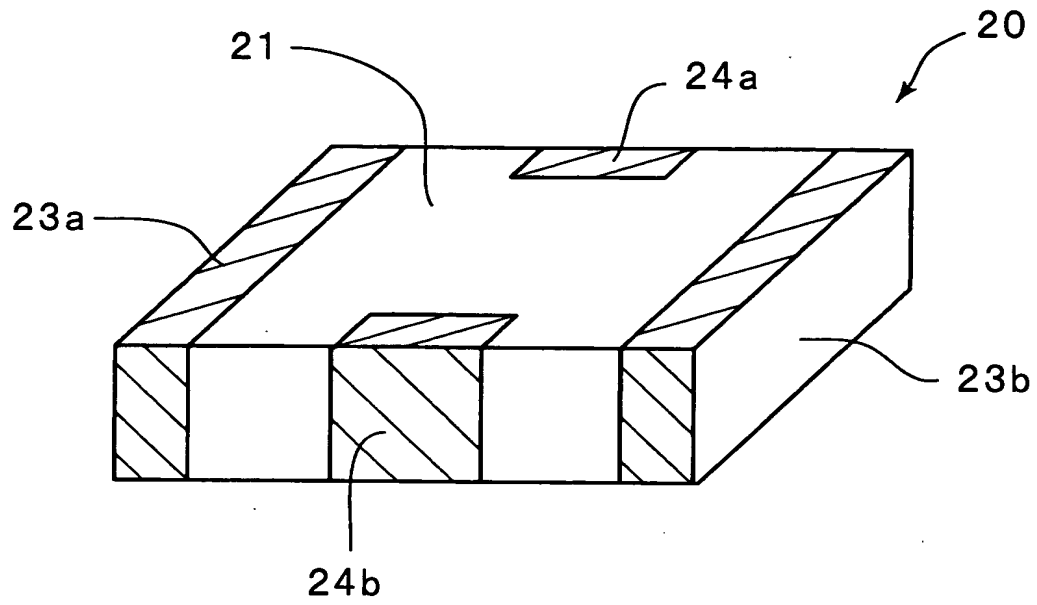
【図 5】



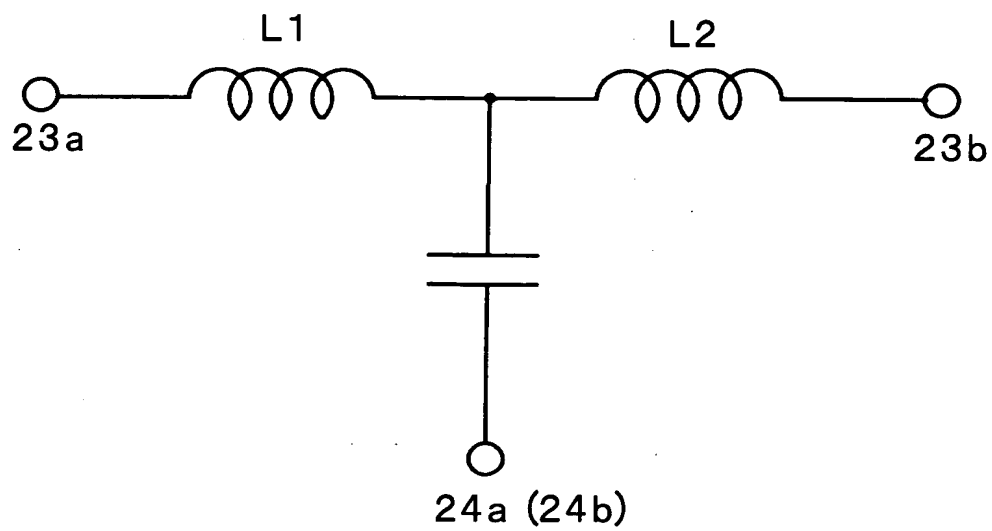
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低温焼成で得ることができ、比誘電率が小さく、高周波特性に優れており、さらに高熱膨張係数を有する材料との共焼結により得ることができる絶縁体磁器を提供する。

【解決手段】 $MgAl_2O_4$ 系セラミックスとホウ珪酸系ガラスとを混合・焼成してなる絶縁体磁器であって、主たる結晶相として、 $MgAl_2O_4$ 結晶相と、 $Mg_3B_2O_6$ 結晶相及び $Mg_2B_2O_5$ 結晶相の少なくとも1種とが析出していることを特徴とする、絶縁体磁器。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所